



# Fondements et approches de modélisation 3D des environnements urbains pour la géosimulation

Igor Agbossou

## ► To cite this version:

Igor Agbossou. Fondements et approches de modélisation 3D des environnements urbains pour la géosimulation. Douzièmes Rencontres de Théo Quant, May 2015, Besançon, France. hal-01155339

**HAL Id: hal-01155339**

**<https://hal.science/hal-01155339>**

Submitted on 11 Jun 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Fondements et approches de modélisation 3D des environnements urbains pour la géosimulation

Igor Agbossou

Laboratoire ThéMA  
UMR 6049 CNRS - Université de Franche-Comté

igor.agbossou@univ-fcomte.fr

**Mots-clefs** - CityGML, Environnement géographique virtuel, Géosimulation, X3D, Shapefile, COLLADA.

---

## Contexte et objectif

Dans le prolongement de la théorie de la géographie virtuelle proposée par Michael Batty (1997, 2008), les Environnements Géographiques Virtuels (EGVs) sont proposés comme une nouvelle génération d'outils d'analyses géographiques, d'aménagements et de prospective de façon plus approfondie (Lin et al., 2012). Le développement des EGVs répond aux trois exigences scientifiques fondamentales des sciences de l'information géographique : visualisation multidimensionnelle, simulation dynamique de phénomènes géographiques et la participation collaborative pluridisciplinaire (Goodchild, 2009). A ce titre, les Environnements Virtuels Urbains pour la Géosimulation (EVUG) sont un cas particulier et constituent un enrichissement des EGVs. En effet, la visualisation et l'analyse spatiale constituent les fonctionnalités de base des outils de l'information géographique (Longley et al., 2011). Cependant, avec l'augmentation de plus en plus en forte des exigences de la cognition spatiale, les SIG répondent de moins en moins aux besoins avancés de la recherche en matière de modélisation et de gestion des espaces complexes. De récentes approches tentent d'intégrer des outils d'analyse spatiale et de visualisation 3D (Brooks et Whalley, 2008; Pouliot et al., 2008; Aliaga et al., 2009; Bansal et Pal, 2009; Balogun et al., 2011; Yasumoto et al., 2012). Pour ce qui est de la prise en compte réelle de la géointeraction (Lin et al., 2013) dans les approches de la

géosimulation (Benenson et Torrens, 2004), les EGVs présentent un véritable intérêt pour la visualisation multidimensionnelle tant du point de vue spatial que du point de vue temporel (MacEachen et Kraak, 2001). De plus, ils permettent d'améliorer grandement la perception du monde (environnement du système simulé). Ils fournissent une plate-forme de simulation permettant aux utilisateurs d'aborder de façon intuitive la dynamique des phénomènes, de faciliter la conduite des simulations et de contribuer à une meilleure compréhension des résultats (Mekni, 2010; Xu et al., 2010, 2013, Chen et al., 2011). Bien que les EGVs présentent plusieurs autres avantages, l'usage collaboratif se heurte aux mêmes difficultés liées au format d'échange de données dans les SIG avant l'adoption du Shapefile. Pour palier ce manque, des chercheurs ont exploré des modèles de représentation des données (Su et al., 2008; Chen et al., 2008); le but étant de pouvoir échanger ces données entre différents EGVs. Mais un véritable obstacle demeure toujours : l'hétérogénéité sémantique. Les EVUG que nous proposons se fondent sur deux standards internationaux pour lever définitivement cet obstacle tout en renforçant la prise en compte des analyses spatio-temporelles multi scalaires et multithématiques dans les modèles données requises pour la géosimulation et la géovisualisation : CityGML et Shapefile.

## Données et méthode

Dans la pratique, la conception des environnements urbains de géosimulation en 3D nécessite le recours à plusieurs sources de données. Le défi majeur pour ces applications est l'intégration systématique de cette variété de données selon une approche unifiée afin de pouvoir rendre compte du réalisme de l'environnement virtuel :

- Les données cadastrales : elles offrent le support spatial ainsi que l'adresse des bâtiments et des parcelles. Bien qu'elles ne contiennent pas d'informations géoréférencées 3D, elles constituent une fondation indispensable à la conception des environnements virtuels urbains.
- Les modèles numériques de terrain et les photographies aériennes : les premières servent de surface de référence pour les objets géoréférencés de l'environnement virtuel alors que les photographies aériennes fournissent les données essentielles à la visualisation photoréaliste de l'environnement.
- Les modèles de construction 3D : la granularité de ces modèles est gérée grâce à la norme CityGML (Biljecki et al., 2014)
- ESRI Shapefile pour la description explicite de la géométrie de chaque objet de l'environnement

En définitive, la conception des environnements virtuels urbains pour la géosimulation nécessite le recours à plusieurs sources de données. Les villes virtuelles se trouvent donc à l'interface de plusieurs approches qui n'étaient pas jusque là connectées pour promouvoir une approche unifiée. La rencontre des approches des SIG et celle de la gestion technique du patrimoine donné naissance à un standard proposé par l'Open Geospatial Consortium (OGC) depuis août 2008 pour le stockage, l'échange et la représentation des données relatives aux modèles de villes. Il s'agit de City Geography Markup Language (CityGML). Cependant, si cette spécification permet d'assurer la cohérence géométrique, topologique et sémantique des objets de géoréférencés de l'environnement virtuel, elle ne gère ni la présentation, ni la visualisation. Comme Kolbe

(2008) fait remarquer, CityGML est complémentaire aux normes de visualisation X3D (Web3D, 2014; X3D, 2014; Xj3D, 2014) et COLLADA (Arnaud et Barnes, 2006; Barnes et Levy, 2008). Ces normes sont appropriées pour la visualisation dynamique, et les interactions des modèles 3D basés sur les objets 3D de CityGML. Les propriétés d'apparence des objets CityGML s'appuyant sur des textures et des matériaux issus du monde de l'infographie, il n'est pas recommandé de tenter d'afficher les scènes 3D directement à partir des fichiers CityGML.

Par conséquent, pour ne pas altérer la richesse sémantique des données durant les traitements nécessaires à la géosimulation, notre approche consiste à gérer séparément chaque couche applicative avant de procéder au rendu visuel de la scène 3D de l'environnement. CityGML étant une spécification multi résolutions, la visualisation des résultats de simulation à différentes échelles spatiales dans la scène 3D devient donc possible. Les différents types de bases de données de l'IGN sont utilisés à cette fin.

## Principaux résultats

La démarche proposée est appliquée à titre expérimental à la ville de Belfort, notamment à un espace multifonctionnel : mobilités douce et rapide, habitats, commerces et administrations. L'environnement géographique typiquement urbain est modélisé en 3D et simulé de façon virtuelle conformément aux fondements de la théorie de la géographie virtuelle.

## Références

Aliaga, et al., 2009, *Visualization of simulated urban spaces : inferring parameterized generation of streets, parcels, and aerial imagery*, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics 15 (3), 424–435.

Arnaud R. et Barnes M., COLLADA : *Sailing the Gulf of 3D Digital Content Creation*, A K Peters/CRC Press.

- Balogun et al., 2011, *Geovisualization of sub-surface pipelines : a 3D approach*, Modern Applied Science 5 (4), 158–165.
- Barnes M. et Levy E., COLLADA – *Digital Asset Schema Release 1.5.0. Specification*, The Khronos Group Inc., Sony Computer Entertainment Inc. [https://www.khronos.org/files/collada\\_spec\\_1\\_5.pdf](https://www.khronos.org/files/collada_spec_1_5.pdf) (consulté le 15/12/14)
- Bansal, V.K. et Pal, M., 2009, *Extended GIS for construction engineering by adding direct sunlight visualizations on buildings*, Construction Innovation : Information, Process, Management 9 (4), 406–419.
- Batty, M., 1997, *Virtual geography*, Futures 29 (45), 337–352.
- Batty, M., 2008, *Virtual reality in Geographic Information Systems*. In : Wilson, J.P., Fotheringham, A.S. (Eds.), The Handbook of Geographic Information Science. Blackwell Publishing, Oxford, UK, pp. 317–334.
- Benenson I. et Torrens P. M., 2004, *Geosimulation : object-based modeling of urban phenomena*, Computers, Environment and Urban Systems 28 (2004) 1–8
- Biljecki et al., 2014, *Formalisation of the level of detail in 3D city modelling*, Computers, Environment and Urban Systems 48 (2014) 1–15
- Brooks, S. et Whalley, J.L., 2008, *Multi-layer hybrid visualizations to support 3D GIS*, Computers, Environment and Urban Systems 32 (4), 278–292.
- Chen, M. et al., 2008, *Virtual Geographic Environments oriented 3D visualization system*, Journal of System Simulation 20 (19), 7–24.
- Goodchild, M.F., 2009, *Virtual Geographic Environments as collective constructions*. In : Lin, H., Batty, M. (Eds.), Virtual Geographic Environments. Science Press, Beijing, pp. 15–24.
- Lin et al., 2013, *Virtual Geographic Environment — a workspace for computer-aided geographic experiments*. Annals of the Association of American Geographers 103 (3), 465–482.
- MacEachen, A.M., Kraak, M.J., 2001. Research challenges in geovisualization. Cartography and Geographic Information Science 28, 3–12.
- Mao et al., 2011, *A multiple representation data structure for dynamic visualisation of generalised 3D city models*, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 66 (2011) 198–208
- Su et al., 2008, *VGEs-oriented Multi-sourced Heterogeneous Spatial Data Integration*. <http://144.206.159.178/ft/CONF/16424604/16424617.pdf> (Consulté le 10/11/ 2014).
- Web3D, 2014, X3D, <http://www.web3d.org/x3d/> (consulté le 25/09/14).
- X3D, 2014. <http://www.web3d.org/x3d/specifications/> (consulté le 25/09/14).
- Xj3D, 2014. <http://www.xj3d.org> (consulté le 25/09/14).
- Yasumoto et al., 2012, *Virtual city models for assessing environmental equity of access to sunlight : a case study of Kyoto, Japan*, International Journal of Geographical Information Science 26 (1), 1–13.